

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-179147  
 (43) Date of publication of application : 12.07.1996

(51) Int.CI. G02B 6/24

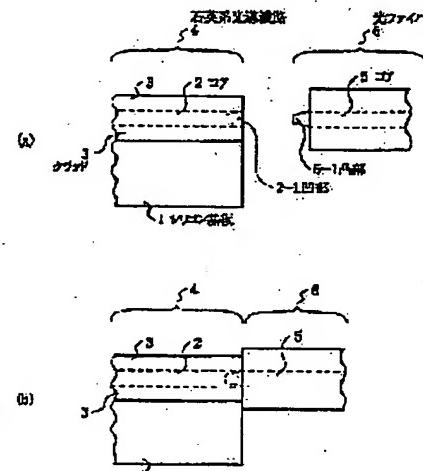
(21) Application number : 06-324567 (71) Applicant : NEC CORP  
 (22) Date of filing : 27.12.1994 (72) Inventor : HONMO HIROSHI

## (54) OPTICALLY COUPLED CIRCUIT AND ITS PRODUCTION

### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To optically couple quartz-base optical waveguides unregulatedly.

**CONSTITUTION:** The end face of a quartz-base optical waveguide 4 is etched with 49% aq. solution of hydrofluoric acid. Since the etching rate is higher, as the dopant concn. in the etchant higher, the core of the end face is concaved. Meanwhile, the end face of an optical fiber 6 is etched with the mixture of 49% aq. solution of hydrofluoric acid and 40% aq. solution of ammonium fluoride in 1:10 of weight ratio. Since as the etching rate of the etchant is lower, as the dopant concn. in higher, the core of the end face projective convexly. The quartz waveguide and optical fiber are optically coupled unregulatedly by engaging the recess and protrusion formed on the respective core parts of the end faces.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.07.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION****[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] this invention relates to the optical coupling circuit and its manufacture technique for optical communication for carrying out optical coupling of between quartz system optical waveguides.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical coupling circuit which combines between the quartz system optical waveguides which are the optical spectral separation element in an optical transmission system, an optical branching element, and an optical fiber is one of the devices important when an optical transmission system is constituted.

[0003] Generally, as for the optical coupling between quartz system optical waveguides, it is desirable that it can carry out by-less adjusting from the viewpoint of low-cost-izing.

Conventionally, as such an optical coupling circuit, the optical coupling circuit indicated by the paper by Mr. Ikeda of C-183 etc. will be raised in an electronic-intelligence communication society, 1993, for example. This optical coupling circuit makes the core of an optical fiber end face project to convex by selection etching, and fabricates the core of a quartz system optical waveguide to a concave by press plastic surgery, and carries out optical coupling of an optical waveguide and the optical fiber by-less adjusting by fitting in the height and the concave section.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned conventional optical coupling circuit, concave formation of the core of an optical waveguide needs to make the punch center of a press forming in agreement with the core center of a quartz system optical waveguide with high degree of accuracy. There were many these position doubling man days, and there was a big fault that low-cost-izing was difficult.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The manufacture technique of the optical coupling circuit of this invention When the fraction with the higher core dopant concentration of a quartz system optical waveguide etches the end face of the 1st quartz system optical waveguide by the 1st etching reagent with a quick etch rate A heights is formed in the fraction of the core of an end face, when a concavity is formed in the fraction of the core of an end face and the fraction with the higher core dopant concentration of a quartz system optical waveguide etches the end face of the 2nd quartz system optical waveguide by the 2nd etching reagent with a slow etch rate. It is characterized by carrying out optical coupling of the above 1st and the 2nd quartz system optical waveguide by fitting in the aforementioned concavity and the aforementioned heights.

[0006] It is characterized by the optical coupling circuit of this invention containing the 2nd two or more optical waveguide by which the heights formed in the fraction of the 1st two or more optical waveguide which the concavity or the heights was formed in the fraction of the core of an end face, and was united with it in parallel, and the core of an end face, or a concavity fits into the concavity or heights formed in the end face of the 1st aforementioned optical waveguide, and optical coupling was carried out to the 1st aforementioned optical waveguide.

[0007]

[Function] Generally, the dopant is added by the core of a quartz system optical waveguide in

order to raise a refractive index. Therefore, when the quartz system optical waveguide which has the core which became depressed on concave when an etch rate etched an optical-waveguide end face by the quick etching reagent can be made so that dopant concentration is high in the end face of a quartz system optical waveguide, and an etch rate etches an end face by the late etching reagent conversely so that dopant concentration is high, the quartz system optical waveguide which has the core projected to convex can be made. In order that this invention may form a concavity and a heights in the fraction of the core of an optical-waveguide end face by etching, it does not have the need for the process for carrying out position doubling of these concavities and the heights to a core with high precision, and it becomes easy to low-cost-ize it of an optical coupling circuit.

[0008]

[Example] Hereafter, this invention is explained with reference to a drawing.

[0009] Drawing 1 is a side elevation showing the 1st example of this invention. As 1st quartz system optical waveguide, the quartz system optical waveguide 4 which has the core 2 of an about 10-micrometer one side square cross section and the clad 3 with a thickness of about 10 micrometers is formed in the top of the optical substrate 1 made from silicon (Si). Moreover, as 2nd quartz system optical waveguide, the quartz system optical waveguide 4 is countered and the optical fiber 6 which has the core 5 with a diameter of about 10 micrometers is arranged (drawing 1 (a)). The heights 5-1 to which the concavity 2-1 which hollowed the fraction of a core 2 made the end face of an optical fiber 6 project the fraction of a core 5 is formed in the end face of a quartz system optical waveguide. Diacid-ized germanium (GeO<sub>2</sub>) is \*\*\*\*\*ed and mixed in each core 2 and 5. the ratio of a core and clad -- a refractive-index difference is about 0.3% The mixing technique of a dopant has the common technique of making it mix at the time of an optical waveguide and optical fiber formation.

[0010] The production technique of a concavity 2-1 etches the end face of an optical waveguide 4 by 49% of the hydrofluoric acid first. Since an etch rate is quick, the core of an end face becomes depressed on concave, so that the etch rate of this etching reagent has high dopant concentration. The heights 5-1 production technique is a one for one in the end face of an optical fiber about 49% of a hydrofluoric acid, and 40% of fluoride \*\*\*\*\*. Since an etch rate is slow, the core of an end face projects in convex, so that the etch rate of this etching reagent has high dopant concentration. And the concavity 2-1 produced in this way is formed in the shape of [ which becomes narrow gradually toward the back ] a taper, and a heights 5-1 is formed in the shape of [ which becomes narrow gradually toward a nose of cam ] a taper. Etching time is about 1 hour at a room temperature, respectively. In addition, since etching time is short made by raising the temperature of an etching reagent, it is easy to shorten the above-mentioned etching time and to gather working capacity further.

[0011] Thus, make the quartz waveguide 4 and the optical fiber 6 which were produced approach mutually, a concavity 2-1 and the heights 5-1 are made to fit in, and optical coupling is carried out by-less adjusting (drawing 1 (b)). Thus, since the core of an optical-waveguide end face can be formed at a concave and the core of an optical fiber end face can be formed in convex by etching, highly precise positioning like before becomes unnecessary, and can realize a low cost optical coupling circuit. this example -- justification -- the unnecessary quartz waveguide and the coupled circuit of an optical fiber were obtained, and the joint loss was also as good as 0.5d or less

[0012] Drawing 2 is a plan of the array optical coupling circuit of four channels of the 2nd example of this invention. As 1st quartz system optical waveguide of four channels, four pitch 250micrometer quartz optical waveguides 14a-14d are formed on the silicon (Si) substrate 11, and the end face which is each core 12a-12d has become depressed on concave. moreover -- the 2nd quartz system optical waveguide of four channels \*\*\*\*\* -- four optical fibers 16 -- it is similarly arranged by pitch 250micrometer, and the cores [ 15a-15d ] end face has projected no less than a-16d to convex The optical waveguides 14a-14d and the optical fibers [ 16a-16d ] geometry are the same as that of the case of the 1st example. The concavity of a cores [ of the end face of the quartz system waveguides 14a-14a / 15a-15d ] fraction and the heights of a cores [ of an optical fibers / 16a-16d / end face / 15a-15d ] fraction fit in, and optical coupling of the quartz system waveguides

14a-16d and the optical fibers 16a-16d is carried out. For this reason, like the 1st example, highly precise positioning becomes unnecessary and can realize a low cost optical coupling circuit.

[0013] The technique of producing the concavity and heights which were formed in the shape of [ of the arrangement to the shape of an above-mentioned array ] a taper is the same as that of the case of the 1st example. That is, by etching by the above-mentioned etching reagent, two or more quartz waveguides and core fractions of the end face of an optical fiber are put in block, and it can do in the shape of a toothing. For this reason, the increase in efficiency of work can be increased. The joint loss in this example was as good as 0.7dB or less. In addition, you may unify in parallel by arranging optical fibers 16a-16d in Mizouchi who formed in the substrate etc.

[0014] In addition, in order to acquire a low joint loss further, it is the 1st and 2nd examples, it may be filled up with the \*\*\*\* \* oil for index matching between the concavity of an end face, and a heights, and heating melting of between a concavity and heightss may be further carried out using heat sources, such as a carbon dioxide laser and arc discharge, and you may join.

[0015] Moreover, it may not be limited to this, but as long as it is the optical waveguide which is the quality of the material of a quartz system as the 1st and 2nd quartz system optical waveguides, what thing may be used, although optical fibers 6, 16a,-16d were used as 2nd quartz system optical waveguide in the 1st and 2nd examples, using the quartz system optical waveguides 4, 14a,-14d on a silicon substrate as 1st quartz system optical waveguide.

[0016] Moreover, in order to reduce the amount of light reflexs of the concavity of an end face, and a heights, you may give a nonreflective coat on these front faces.

[0017] Moreover, although the number of channels was set to 4 in the 2nd example, this invention is not limited to this but may be used for 2 or 3 channels or five channels or more.

[0018]

[Effect of the Invention] According to this invention, the manufacture technique of the optical coupling circuit which can fabricate the concavity and heights of an optical-waveguide end face for carrying out optical coupling of the optical waveguides by-less adjusting without a special position doubling process into the fraction of a core by etching is acquired as stated above.

---

[Translation done.]

★NIDE

V07

96-375126/38

★JP 8179147-A

Mfg. method of optically-coupled circuit for optical communication - involves press-fitting of recess and projection to optically couple first and second quartz system optical waveguide

NEC CORP 94.12.27 94JP-324567

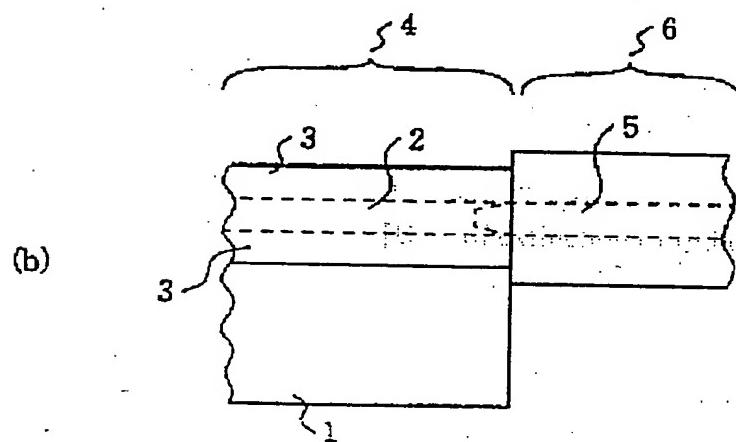
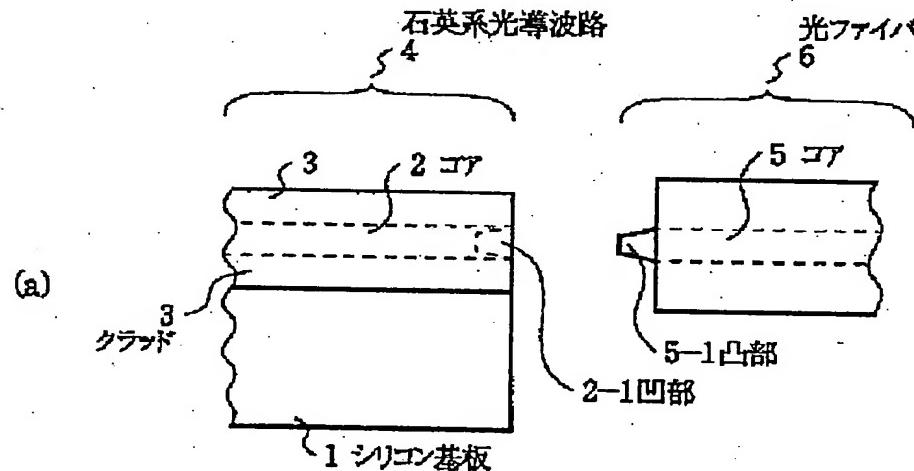
P81 (96.07.12) G02B 6/24

The method involves using core (2) of quartz system optical waveguide (4) with high dopant density which etches the edge face of a first quartz system optical waveguide by an etching liquid with quick etching speed.

A projection and a recess are formed in the core (5) of an edge face when the core of quartz system optical waveguide with high dopant density etches the edge face of a second quartz system optical waveguide by an etching liquid with low etching speed. The optical coupling of the first and second quartz system optical waveguides is performed by press-fitting the recess and the projection.

ADVANTAGE - Provides non-coordination optical coupling of quartz system optical waveguides. Provides special alignment process without etching. (4pp Dwg.No.1/2)  
N96-315735

V07-G



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-179147

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/24

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号

特願平6-324567

(22)出願日

平成6年(1994)12月27日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 本望 宏

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

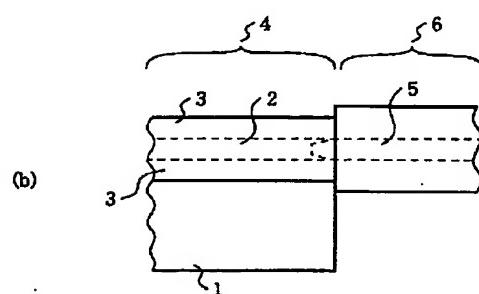
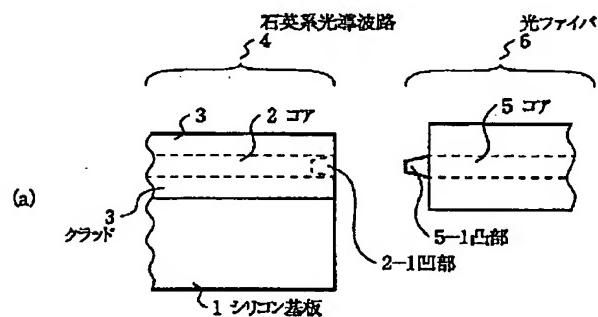
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 光結合回路とその製造方法

(57)【要約】

【目的】石英系光導波路同士を無調整で光結合する。

【構成】石英系光導波路4の端面を49%のフッ化水素酸でエッチングする。このエッチング液は、ドーパント濃度が高い程エッチング速度が速いため、端面のコアは凸状に瘤む。一方、光ファイバの端面を49%のフッ化水素酸と40%のフッ化アンモニウムを1対10の重量比で混合したものでエッチングする。このエッチング液は、ドーパント濃度が高い程エッチング速度が遅いため、端面のコアは凹上に突出する。このようにして作製した石英導波路と光ファイバをそれぞれの端面のコアの部分に形成された凹部と凸部とを嵌合させて無調整で光結合する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 石英系光導波路のコアドーパント濃度が高い部分程エッティング速度が速い第1のエッティング液で第1の石英系光導波路の端面をエッティングすることにより端面のコアの部分に凹部を形成し石英系光導波路のコアドーパント濃度が高い部分程エッティング速度が遅い第2のエッティング液で第2の石英系光導波路の端面をエッティングすることにより端面のコアの部分に凸部を形成し、前記凹部と前記凸部とを嵌合することにより前記第1及び第2の石英系光導波路を光結合することを特徴とする光結合回路の製造方法。

【請求項2】 第1及び第2の石英系光導波路が共に複数本の光導波路からなり、前記第1または第2の石英系導波路の少くとも一方の複数の光導波路が並列に一体化されていることを特徴とする請求項1記載の光結合回路の製造方法。

【請求項3】 端面のコアの部分に凹部または凸部が形成され並列に一体化された複数本の第1の光導波路と、端面のコアの部分に形成された凸部または凹部が前記第1の光導波路の端面に形成された凹部または凸部に嵌合して前記第1の光導波路に光結合された複数本の第2の光導波路とを含むことを特徴とする光結合回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、石英系光導波路間を光結合するための光通信用の光結合回路とその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信システムにおける光分波素子、光分岐素子、光ファイバである石英系光導波路間を結合させる光結合回路は、光通信システムを構成する上で重要なデバイスの1つである。

【0003】 一般に、石英系光導波路間の光結合は、低価格化の観点から無調整で行える事が望ましい。従来、このような光結合回路としては、例えば電子情報通信学会、1993年、C-183の池田氏等による論文に記載された光結合回路があげられる。この光結合回路は、光ファイバ端面のコアを選択エッティングにより凸状に突出させ、また、石英系光導波路のコアをプレス整形により凹状に成形し、その凸状部と凹状部とを嵌合することにより光導波路と光ファイバとを無調整で光結合するものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述の従来の光結合回路では、光導波路のコアの凹状形成は、プレス成形のポンチ中心を石英系光導波路のコア中心に高精度で一致させる必要がある。この位置合わせ工数が多く、低価格化が困難であるという大きな欠点があった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の光結合回路の製

造方法は、石英系光導波路のコアドーパント濃度が高い部分程エッティング速度が速い第1のエッティング液で第1の石英系光導波路の端面をエッティングすることにより端面のコアの部分に凹部を形成し石英系光導波路のコアドーパント濃度が高い部分程エッティング速度が遅い第2のエッティング液で第2の石英系光導波路の端面をエッティングすることにより端面のコアの部分に凸部を形成し、前記凹部と前記凸部とを嵌合することにより前記第1及び第2の石英系光導波路を光結合することを特徴とする。

【0006】 本発明の光結合回路は、端面のコアの部分に凹部または凸部が形成され並列に一体化された複数本の第1の光導波路と、端面のコアの部分に形成された凸部または凹部が前記第1の光導波路の端面に形成された凹部または凸部に嵌合して前記第1の光導波路に光結合された複数本の第2の光導波路とを含むことを特徴とする。

## 【0007】

【作用】 一般に、石英系光導波路のコアには、屈折率を高めるためにドーパントが添加されている。したがって、石英系光導波路の端面を、ドーパント濃度が高い程エッティング速度が速いエッティング液で光導波路端面をエッティングすることにより、凹上に窪んだコアを有する石英系光導波路が制作でき、また、逆に、ドーパント濃度が高い程エッティング速度が遅いエッティング液で端面をエッティングすることにより、凸状に突出したコアを有する石英系光導波路が制作できる。本発明はエッティングで光導波路端面のコアの部分に凹部及び凸部を形成するため、これら凹部及び凸部をコアに高精度に位置合わせするための工程の必要がなく、光結合回路の低価格化が容易となる。

## 【0008】

【実施例】 以下、本発明について、図面を参照して説明する。

【0009】 図1は、本発明の第1の実施例を示す側面図である。第1の石英系光導波路として、シリコン(Si)製の光基板1の上面に一辺 $10\mu m$ 程度の四角形断面のコア2、厚み $10\mu m$ 程度のクラッド3を有する石英系光導波路4が形成されており、また、第2の石英系光導波路として、石英系光導波路4に対向して、直径 $10\mu m$ 程度のコア5を有する光ファイバ6が配置されている(図1(a))。石英系光導波路の端面には、コア2の部分を窪ませた凹部2-1が、光ファイバ6の端面には、コア5の部分を突出させた凸部5-1が形成されている。それぞれのコア2、5には、二酸化ゲルマニウム(GeO<sub>2</sub>)がドーパントとして混入されている。コアとクラッドの比屈折率差は、0.3%程度である。ドーパントの混入方法は、光導波路及び光ファイバ形成時に混入させる方法が一般的である。

【0010】 凹部2-1の作製方法は、まず、光導波路4の端面を49%のフッ化水素酸でエッティングする。こ

のエッティング液のエッティング速度は、ドーパント濃度が高い程エッティング速度が速いため、端面のコアは凹上に窪む。凸部5-1作製方法は、光ファイバの端面を、4.9%のフッ化水素酸と40%のフッ化アンモニウムを1対10の重量比で混合したものでエッティングする。このエッティング液のエッティング速度は、ドーパント濃度が高い程エッティング速度が遅いため、端面のコアは凸状に突出する。しかも、このように作製された凹部2-1は奥に向かって次第に狭くなるテープ状に形成され、凸部5-1は先端に向かって次第に狭くなるテープ状に形成される。エッティング時間はそれぞれ室温で約1時間である。尚、エッティング時間はエッティング液の温度を上げることで短くできるため、上記のエッティング時間を短くし、更に作業能率を上げるのは容易である。。

【0011】このようにして作製した石英導波路4と光ファイバ6とを互いに近接させ、凹部2-1と凸部5-1とを嵌合させ無調整で光結合させる(図1(b))。このように、エッティングによって光導波路端面のコアを凹状に、また、光ファイバ端面のコアを凸状に形成できるため、従来のような高精度な位置調整は不要となり、低価格な光結合回路が実現できる。本実施例では、位置調整不要な石英導波路と光ファイバの結合回路が得られ、結合損失も0.5dB以下と良好であった。

【0012】図2は本発明の第2の実施例の4チャンネルのアレイ光結合回路の平面図である。4チャンネルの第1の石英系光導波路として、シリコン(Si)基板1上にピッチ250μmの4本の石英光導波路14a～14dが形成されており、それぞれのコア12a～12dの端面が凹上に窪んでいる。また、4チャンネルの第2の石英系光導波路として、4本の光ファイバ16a～16dも同様にピッチ250μmで配列され、コア15a～15dの端面が凸状に突出している。光導波路14a～14d及び光ファイバ16a～16dの形状寸法は第1の実施例の場合と同様である。石英系導波路14a～14dの端面のコア15a～15dの部分の凹部と光ファイバ16a～16dの端面のコア15a～15dの部分の凸部とが嵌合して石英系導波路14a～16dと光ファイバ16a～16dとが光結合されている。このため第1の実施例と同様に高精度な位置調整は不要となり、低価格な光結合回路が実現できる。

【0013】上述のアレイ状に配置のテープ状に形成さ

れた凹部及び凸部を作製する方法は、第1の実施例の場合と同様である。すなわち、上述のエッティング液でエッティングすることにより、石英導波路及び光ファイバの端面のコア部分を複数個一括して凹凸形状にできる。このため、作業の効率化を増すことができる。本実施例における結合損失は0.7dB以下と良好であった。なお、光ファイバ16a～16dを基板に形成した溝内に並べるなどにより、並列に一体化しておいてもよい。

【0014】尚、第1及び第2の実施例で、更に低結合損失を得るために、端面の凹部及び凸部の間に屈折率整合のための真っチングオイルを充填しても良く、更には、凹部及び凸部の間を炭酸ガスレーザ、アーク放電などの熱源を用いて加熱溶融して、接合しても良い。

【0015】また、第1及び第2の実施例では、第1の石英系光導波路としてシリコン基板上の石英系光導波路4, 14a～14dを用い、第2の石英系光導波路として光ファイバ6, 16a～16dを用いたが、これに限定されず、第1及び第2の石英系光導波路としては、石英系の材質である光導波路であればどの様なものでも良い。

【0016】また、端面の凹部及び凸部の光反射量を低減するためにこれらの表面上に無反射コートを施しても良い。

【0017】また、第2の実施例ではチャンネル数を4としたが、本発明はこれに限定されず、2、3チャンネルまたは5チャンネル以上に用いても良い。

#### 【0018】

【発明の効果】以上述べた通り、本発明によれば、光導波路同士を無調整で光結合するための光導波路端面の凹部及び凸部を特別な位置合わせ工程無しにエッティングによりコアの部分に成形できる光結合回路の製造方法が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す側面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す平面図である。

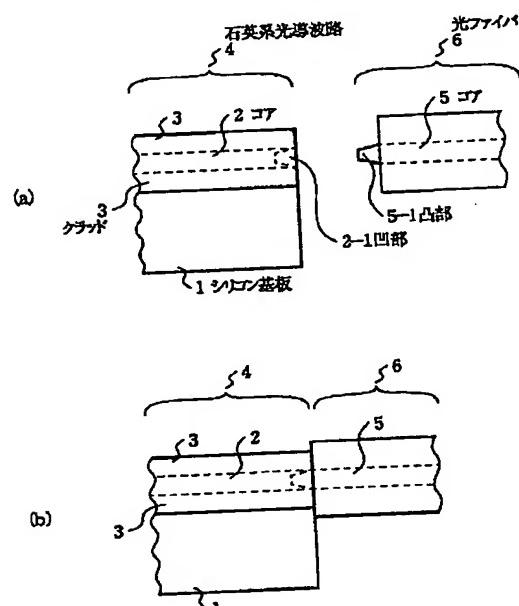
#### 【符号の説明】

- 1, 11 シリコン基板
- 2, 5, 12a～12d, 15a～15d コア
- 4, 14a～14d 光導波路
- 6, 16a～16d 光ファイバ

40

(4)

【図1】



【図2】

